

LAMPIRAN



LAMPIRAN A DATA HASIL PENELITIAN

Tabel A.1. Data pengukuran Temperatur awal (T_{a11}) dan akhir (T_{a12}) sisi 1 pada obyek.

Waktu : 20 menit

No	Jarak (d) (cm)	Temperatur awal (T_{a11}) (°C)			Rata-rata T_{a11}	Deviasi	Temperatur akhir (T_{a21}) (°C)			Rata-rata T_{a21}	Deviasi	Energi (joule)
		1	2	3			1	2	3			
1	0	29,0	29,2	29,0	29,06	$\pm 0,067$	48,5	48,5	48,6	48,53	$\pm 0,033$	1760
2	1	29,1	29,0	29,2	29,10	$\pm 0,058$	47,4	47,5	47,5	47,46	$\pm 0,118$	1760
3	2	29,2	29,0	29,1	29,10	$\pm 0,058$	44,7	44,6	44,6	44,63	$\pm 0,033$	1760
4	3	29,0	29,2	29,0	29,06	$\pm 0,067$	44,2	44,2	44,0	44,13	$\pm 0,129$	1760
5	4	29,1	29,0	29,0	29,03	$\pm 0,191$	39,2	39,0	39,3	39,16	$\pm 0,088$	1760
6	5	29,1	29,0	29,2	29,10	$\pm 0,058$	37,4	37,5	37,4	37,43	$\pm 0,033$	1760

Tabel A.2. Data pengukuran Temperatur awal (T_{a11}) dan akhir (T_{a12}) sisi 1 pada obyek.

Waktu : 20 menit

No	Jarak (d) (cm)	Temperatur awal (T_{a11}) (°C)			Rata-rata T_{a11}	Deviasi	Temperatur akhir (T_{a21}) (°C)			Rata-rata T_{a21}	Deviasi	Energi (joule)
		1	2	3			1	2	3			
1	0	29,2	29,1	29,0	29,10	$\pm 0,058$	50,4	50,3	50,3	50,33	$\pm 0,033$	2200
2	1	29,0	29,2	29,0	29,06	$\pm 0,067$	49,8	49,7	49,7	49,73	$\pm 0,033$	2200
3	2	29,0	29,0	29,0	29,00	$\pm 0,000$	47,2	47,0	47,0	47,06	$\pm 0,067$	2200
4	3	29,0	29,0	29,2	29,06	$\pm 0,067$	44,7	44,6	44,6	44,63	$\pm 0,033$	2200
5	4	29,1	29,0	29,0	29,03	$\pm 0,191$	40,2	40,3	40,2	40,23	$\pm 0,034$	2200
6	5	29,0	29,0	29,0	29,00	$\pm 0,000$	38,4	38,5	38,5	38,46	$\pm 0,034$	2200

Tabel A.3. Data pengukuran Temperatur awal (T_{a12}) dan akhir (T_{a22}) bagian tengah pada obyek.

Waktu : 20 menit

No	Jarak (d) (cm)	Temperatur awal (T_{a12}) (°C)			Rata-rata T_{a12}	Deviasi	Temperatur akhir (T_{a22}) (°C)			Rata-rata T_{a22}	Deviasi	Energi (joule)
		1	2	3			1	2	3			
1	0	28,8	29,0	29,0	28,93	$\pm 0,067$	48,3	48,5	48,3	48,36	$\pm 0,067$	1760
2	1	29,2	29,2	29,0	29,13	$\pm 0,067$	47,2	47,5	46,8	47,16	$\pm 0,154$	1760
3	2	29,0	29,0	29,0	29,00	$\pm 0,000$	45,2	44,7	45,5	45,13	$\pm 0,233$	1760
4	3	29,1	29,0	28,9	29,00	$\pm 0,000$	43,6	43,5	43,6	43,56	$\pm 0,034$	1760
5	4	29,2	29,0	28,9	29,03	$\pm 0,191$	38,6	38,2	38,5	38,43	$\pm 0,120$	1760
6	5	29,0	29,2	29,1	29,10	$\pm 0,058$	36,8	36,5	36,5	36,60	$\pm 0,100$	1760

Tabel A.4. Data pengukuran Temperatur awal (T_{a12}) dan akhir (T_{a22}) bagian tengah pada obyek.

Waktu : 20 menit

No	Jarak (d) (cm)	Temperatur awal (T_{a12}) (°C)			Rata-rata T_{a12}	Deviasi	Temperatur akhir (T_{a22}) (°C)			Rata-rata T_{a22}	Deviasi	Energi (joule)
		1	2	3			1	2	3			
1	0	29,0	29,3	29,2	29,16	$\pm 0,087$	50,1	49,8	50,0	49,96	$\pm 0,882$	2200
2	1	28,8	29,2	29,0	29,00	$\pm 0,000$	49,6	48,5	49,6	49,56	$\pm 0,433$	2200
3	2	29,2	29,0	29,0	29,06	$\pm 0,067$	46,5	46,3	46,5	46,43	$\pm 0,067$	2200
4	3	29,1	29,0	29,0	29,03	$\pm 0,191$	44,3	44,0	44,0	44,10	$\pm 0,100$	2200
5	4	29,0	28,8	29,1	28,96	$\pm 0,088$	39,6	39,5	39,5	39,53	$\pm 0,033$	2200
6	5	28,7	28,8	29,1	28,86	$\pm 0,120$	37,2	37,0	37,1	37,10	$\pm 0,058$	2200

Tabel A.5. Data pengukuran Temperatur awal (T_{a13}) dan akhir (T_{a23}) sisi 3 pada obyek.

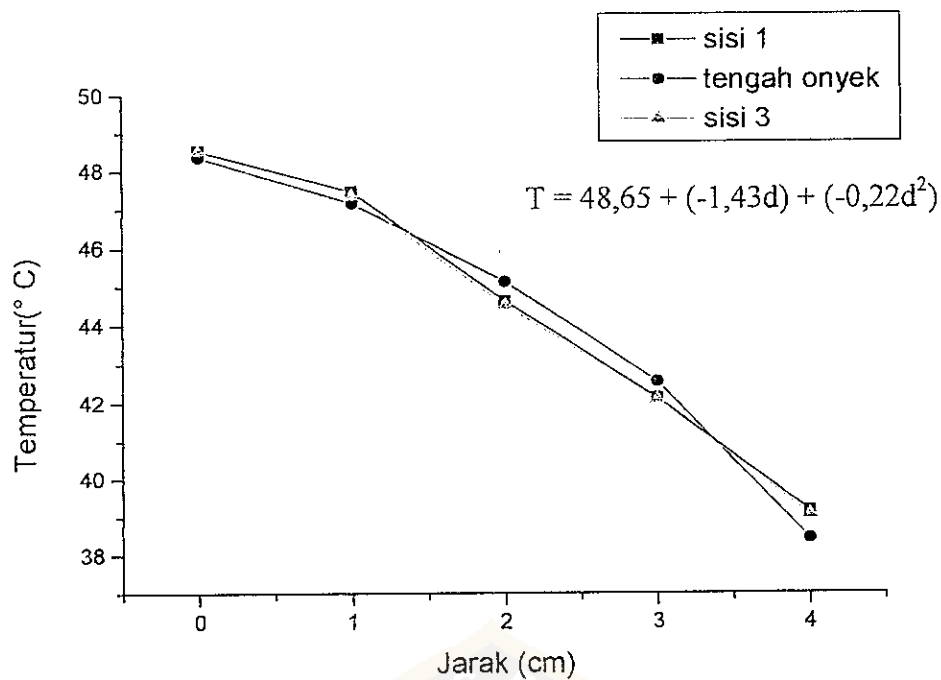
Waktu : 20 menit

No	Jarak (d) (cm)	Temperatur awal (T_{a13}) (°C)			Rata-rata T_{a13}	Deviasi	Temperatur akhir (T_{a23}) (°C)			Rata-rata T_{a23}	Deviasi	Energi (joule)
		1	2	3			1	2	3			
1	0	29,0	29,0	29,2	29,06	$\pm 0,067$	48,6	48,5	48,5	48,53	$\pm 0,033$	1760
2	1	29,2	29,2	28,9	29,10	$\pm 0,058$	47,4	47,4	47,3	47,36	$\pm 0,033$	1760
3	2	29,1	29,1	29,0	29,06	$\pm 0,067$	44,6	44,5	44,5	44,53	$\pm 0,033$	1760
4	3	29,1	29,0	29,0	29,03	$\pm 0,191$	44,1	44,2	44,0	44,10	$\pm 0,058$	1760
5	4	29,0	29,0	29,1	29,03	$\pm 0,191$	39,0	39,0	39,2	39,06	$\pm 0,067$	1760
6	5	29,2	29,0	29,0	29,06	$\pm 0,067$	37,5	37,5	37,4	37,46	$\pm 0,034$	1760

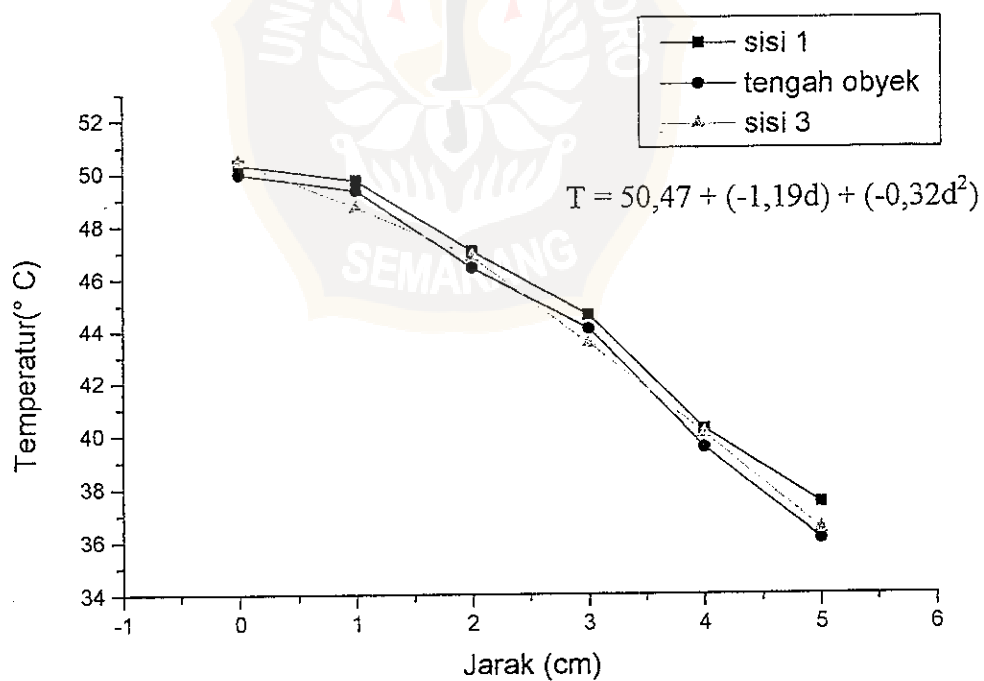
Tabel A.6. Data pengukuran Temperatur awal (T_{a13}) dan akhir (T_{a23}) sisi 3 pada obyek.

Waktu : 20 menit

No	Jarak (d) (cm)	Temperatur awal (T_{a13}) (°C)			Rata-rata T_{a13}	Deviasi	Temperatur akhir (T_{a23}) (°C)			Rata-rata T_{a23}	Deviasi	Energi (joule)
		1	2	3			1	2	3			
1	0	29,0	29,1	29,0	29,03	$\pm 0,191$	50,5	50,5	50,4	50,46	$\pm 0,034$	2200
2	1	29,0	29,2	29,0	29,06	$\pm 0,067$	49,7	49,8	49,7	49,73	$\pm 0,033$	2200
3	2	29,2	29,0	29,2	29,13	$\pm 0,067$	47,0	47,0	47,2	47,06	$\pm 0,067$	2200
4	3	29,0	29,0	29,0	29,00	$\pm 0,000$	44,6	44,5	44,5	44,53	$\pm 0,033$	2200
5	4	29,0	29,2	29,0	29,06	$\pm 0,067$	40,0	40,2	40,0	40,06	$\pm 0,067$	2200
6	5	29,0	29,0	29,0	29,0	$\pm 0,000$	38,5	38,4	38,5	38,46	$\pm 0,034$	2200



Gambar A.1. Grafik antara Temperatur dengan jarak pada obyek (energi 1760 J)



Gambar A.2. Grafik antara Temperatur dengan jarak pada obyek (energi 2200 J)

LAMPIRAN B
DATA SELISIH PENGUKURAN TEMPERATUR HASIL PENELITIAN

Tabel B.1. Selisih pengukuran Temperatur awal (T_{a11}) dan akhir (T_{a21}) sisi 1 obyek.

No	Jarak (d) (cm)	Rata-rata T_{a11}	Rata-rata T_{a21}	$T_{a21} - T_{a11}$	Energi (joule)
1	0	29,06	48,53	19,47	1760
2	1	29,10	47,46	18,36	1760
3	2	29,10	44,63	15,53	1760
4	3	29,06	44,13	15,07	1760
5	4	29,03	39,16	10,13	1760
6	5	29,10	37,43	8,33	1760

Tabel B.2. Selisih pengukuran Temperatur awal (T_{a11}) dan akhir (T_{a21}) sisi 1 obyek.

No	Jarak (d) (cm)	Rata-rata T_{a11}	Rata-rata T_{a21}	$T_{a21} - T_{a11}$	Energi (joule)
1	0	29,10	50,33	21,23	2200
2	1	29,06	49,73	20,67	2200
3	2	29,00	47,06	18,06	2200
4	3	29,06	44,63	15,57	2200
5	4	29,03	40,23	11,2	2200
6	5	29,00	38,46	9,46	2200

Tabel B.3. Selisih pengukuran Temperatur awal (T_{a12}) dan akhir (T_{a22}) tengah obyek.

No	Jarak (d) (cm)	Rata-rata T_{a12}	Rata-rata T_{a22}	$T_{a22} - T_{a12}$	Energi (joule)
1	0	28,93	48,36	19,43	1760
2	1	29,13	47,16	18,03	1760
3	2	29,00	45,13	16,13	1760
4	3	29,00	43,56	14,56	1760
5	4	29,03	38,43	9,40	1760
6	5	29,10	36,60	7,50	1760

Tabel B.4. Selisih pengukuran Temperatur awal (T_{a12}) dan akhir (T_{a22}) tengah obyek.

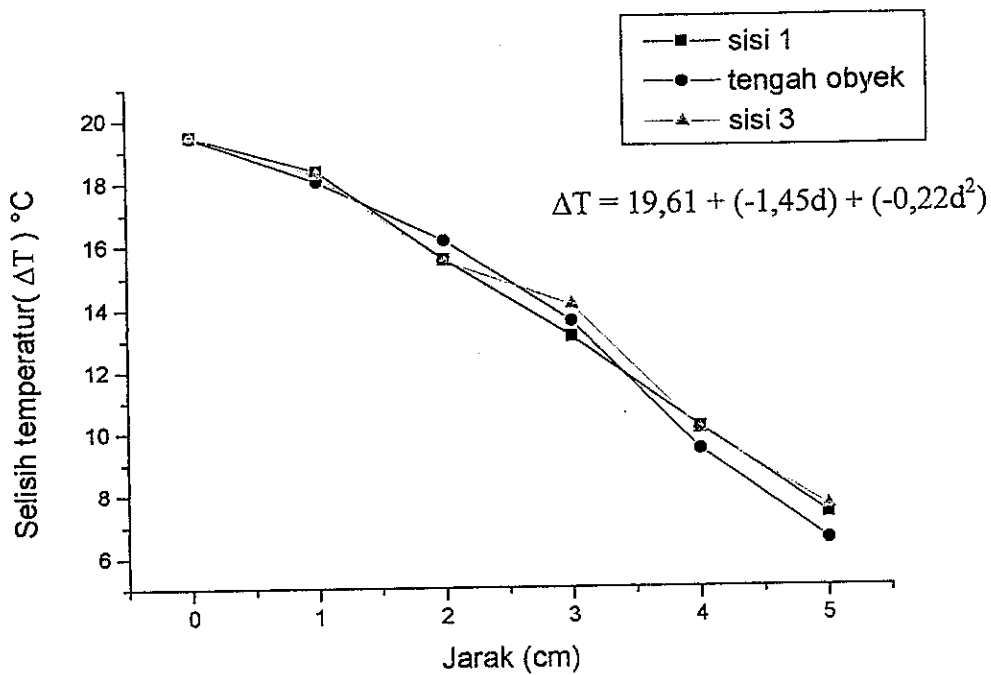
No	Jarak (d) (cm)	Rata-rata T_{a12}	Rata-rata T_{a22}	$T_{a22} - T_{a12}$	Energi (joule)
1	0	29,16	49,96	20,8	2200
2	1	29,00	49,56	20,56	2200
3	2	29,06	46,43	17,37	2200
4	3	29,03	44,10	15,07	2200
5	4	28,96	39,53	10,57	2200
6	5	28,86	37,10	8,24	2200

Tabel B.5. Selisih pengukuran Temperatur awal (T_{a13}) dan akhir (T_{a23}) sisi 3 obyek.

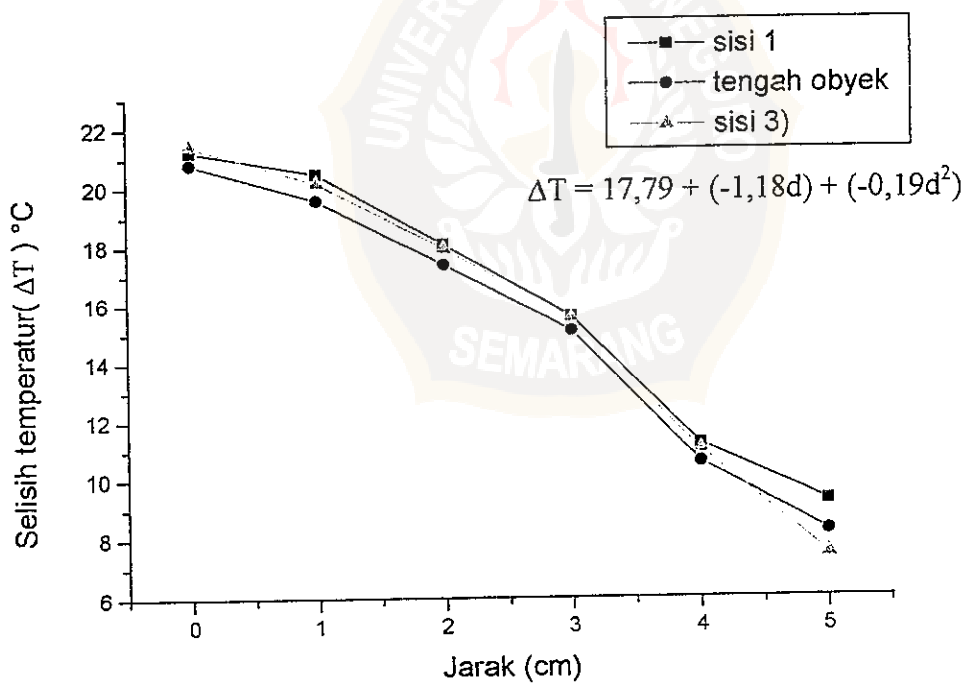
No	Jarak (d) (cm)	Rata-rata T_{a13}	Rata-rata T_{a23}	$T_{a23} - T_{a13}$	Energi (joule)
1	0	29,06	48,53	19,47	1760
2	1	29,10	47,36	18,26	1760
3	2	29,06	44,53	15,47	1760
4	3	29,03	44,10	15,07	1760
5	4	29,03	39,06	10,03	1760
6	5	29,06	37,46	8,00	1760

Tabel B.6. Selisih pengukuran Temperatur awal (T_{a13}) dan akhir (T_{a23}) sisi 3 obyek.

No	Jarak (d) (cm)	Rata-rata T_{a13}	Rata-rata T_{a23}	$T_{a23} - T_{a13}$	Energi (joule)
1	0	29,03	50,46	21,43	2200
2	1	29,06	49,73	20,67	2200
3	2	29,13	47,06	17,93	2200
4	3	29,00	44,53	15,53	2200
5	4	29,06	40,06	11,00	2200
6	5	29,0	38,46	9,46	2200



Gambar B.1. Grafik selisih Temperatur dengan jarak pada obyek (energi 1760 J)



Gambar B.2. Grafik selisih Temperatur dengan jarak pada obyek (energi 2200 J)

LAMPIRAN C
JUMLAH KALOR YANG DISERAP OBYEK (PHANTOM)

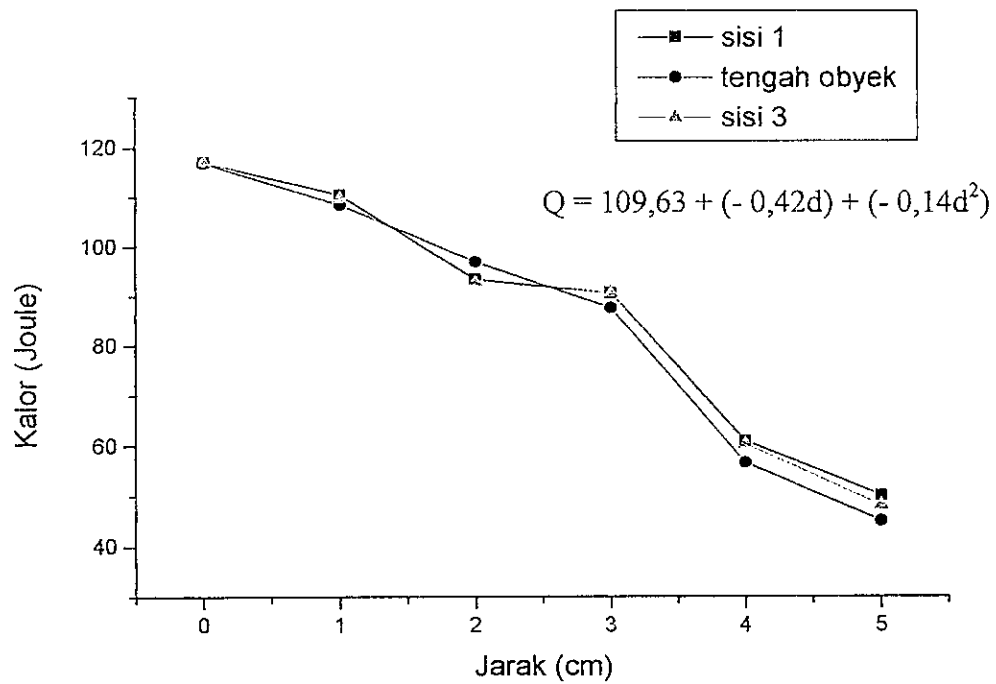
Tabel C.1. Jumlah kalor yang di serap obyek/phantom (energi 1760 J)

Jarak (d) cm	ΔT_1 (°C)	Q_1 (Joule)	ΔT_2 (°C)	Q_2 (Joule)	ΔT_3 (°C)	Q_3 (Joule)
0	19,47	117,13	19,43	116,89	19,47	117,13
1	18,36	110,45	18,03	108,47	18,26	109,85
2	15,53	93,43	16,13	97,04	15,47	93,07
3	15,07	90,66	14,56	87,59	15,07	90,66
4	10,13	60,94	9,40	56,55	10,03	60,34
5	8,33	50,11	7,50	45,12	8,00	48,13

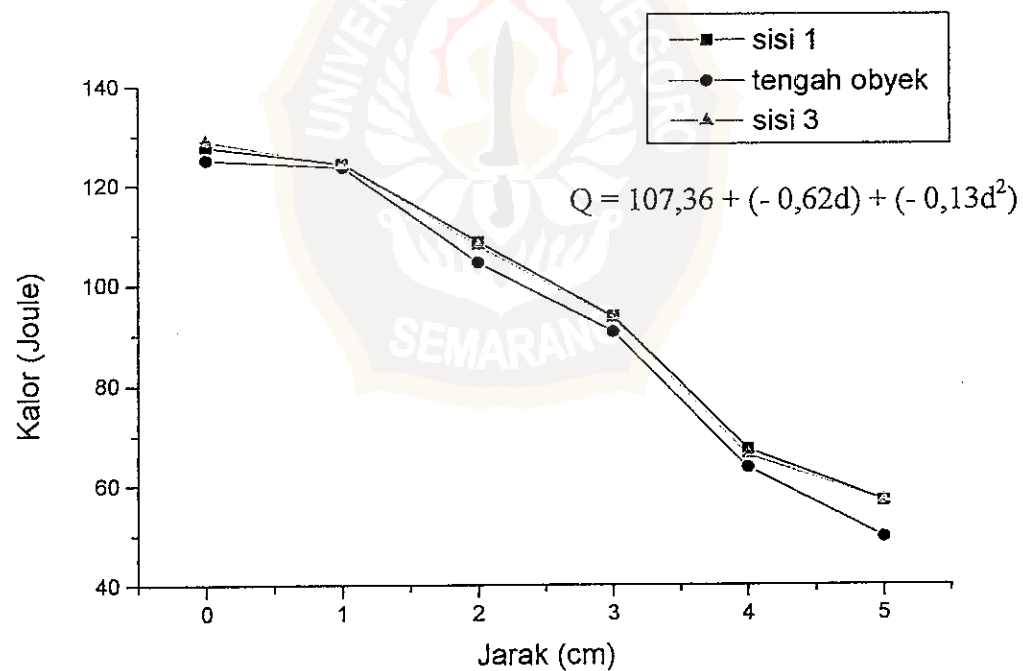
Tabel C.2. Jumlah kalor yang di serap obyek/phantom (energi 2200 J)

Jarak (d) cm	ΔT_1 (°C)	Q_1 (Joule)	ΔT_2 (°C)	Q_2 (Joule)	ΔT_3 (°C)	Q_3 (Joule)
0	21023	127,72	20,80	125,13	21,43	128,92
1	20,67	124,35	20,56	123,69	20,67	124,35
2	18,06	108,65	17,37	104,50	17,93	107,87
3	15,57	93,67	15,07	90,66	15,53	93,43
4	11,2	67,38	10,57	63,59	11,00	66,17
5	9,46	56,91	8,24	49,57	9,46	56,91





Gambar C.1. Grafik kalor dengan jarak pada obyek (energi 1760 J)



Gambar C.2. Grafik kalor dengan jarak pada obyek (energi 2200 J)

Lampiran 1. Gelombang elektromagnetik (Cember, 1983)

Dalam tahun 1820, Oersted, mengamati bahwa jarum kompas akan menyimpang pada saat diletakkan disekitar kawat yang membawa arus. Dengan demikian ada hubungan yang erat antara kelistrikan dan kemagnetan, dan mendapatkan bahwa fluks magnetik yang koaksial (satu sumbu) dengan kawat, selalu terinduksi dalam ruang disekitar kawat yang berarus

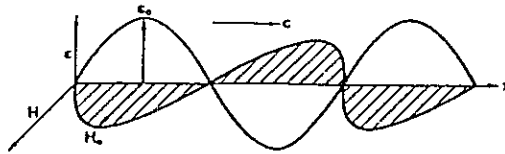
Tahun 1864, Maxwell menyatakan bahwa suatu medan magnet listrik yang berubah-ubah selalu berhubungan dengan suatu medan magnet yang berubah-ubah pula, begitu sebaliknya. Medan magnet dan medan listrik yang saling berhubungan ini bersama-sama membentuk gelombang elektromagnetik.

Kuat medan magnet dan fluks magnetic dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$H = \frac{B}{\mu_0} \dots\dots\dots L.1-1)$$

dengan H : kuat medan magnet, B : densitas fluks magnetik, μ_0 : permitivitas.

Gelombang elektromagnetik juga dapat ditimbulkan dengan mempercepat suatu partikel bermuatan, sehingga energi dari partikel bermuatan tersebut akan diradiasikan sebagai gelombang elektromagnetik. Gelombang-gelombang tersebut terdiri dari medan magnet dan medan listrik yang bergetar, saling tegak lurus satu sama lain, seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar L-1. Skematis suatu gelombang elektromagnetik

Energi yang dibawa oleh gelombang-gelombang tersebut tergantung pada kuat medan listrik dan medan magnet yang saling berhubungan. Hubungan antara intensitas medan magnet dan intensitas medan listrik puncak H_0 dan E_0 tergantung pada permeabilitas magnetik μ , dan permitivitas listrik dari medium perambatan gelombang elektromagnetik tersebut ϵ , hubungan tersebut dapat dinyatakan :

$$H_0 \sqrt{\mu} = E_0 \sqrt{\epsilon} \dots\dots\dots (L.1-2)$$

Pada umumnya laju gelombang elektromagnetik dalam medium apapun tergantung pada sifat-sifat listrik dan magnet dari medium tersebut yaitu permitivitas dan permeabilitas, laju tersebut dinyatakan dalam :

$$v = \sqrt{\frac{1}{\epsilon \mu}} \dots\dots\dots (L.1-3)$$

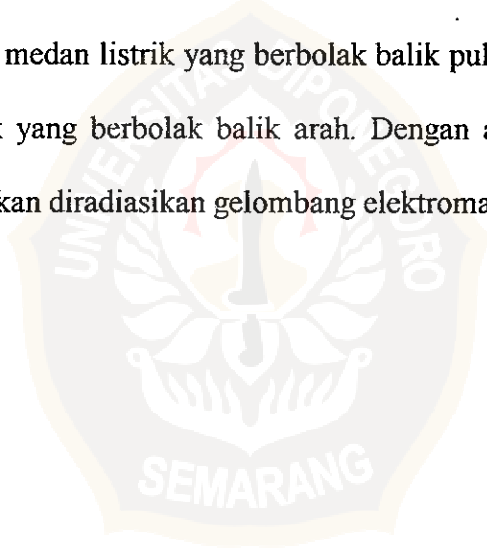
Gelombang elektromagnetik bergerak lebih lambat melalui suatu medium daripada melalui ruang bebas. Frekuensi gelombang elektromagnetik bersifat independen (tidak tergantung) terhadap medium yang dilaluinya. Panjang gelombang dalam medium dinyatakan dalam :

$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{\frac{1}{K_e K_m}} \dots\dots\dots (L.1-4)$$

dengan λ_0 merupakan panjang gelombang dalam ruang bebas, K_e dan K_m merupakan permitivitas relatif (koefisien dielektrik) dan permeabilitas relatif dari medium. Karena sebagian besar materi biologis dan bahan dielektrik memiliki permeabilitas relatif $\cong 1$, maka dari persamaan L-4 dapat dinyatakan :

$$\lambda = \lambda_0 \sqrt{\frac{1}{K_e}} \dots\dots\dots (L.1-5)$$

Pada peralatan diathermi yang menggunakan dua buah elektroda ketika arus bolak balik frekuensi tinggi melalui elektroda-elektroda tersebut maka diantara elektroda akan timbul medan listrik yang berbolak balik pula sesuai dengan perubahan kutub dari arus listrik yang berbolak balik arah. Dengan adanya medan listrik yang berbolak balik maka akan diradiasikan gelombang elektromagnetik.



Lampiran 2. Medan Elektromagnetik (Yariv, 1982)

Persamaan Maxwell yang menggambarkan perambatan medan elektromagnetik dinyatakan dalam

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad \text{L.2-1}$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad \text{L.2-2}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho \quad \text{L.2-3}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad \text{L.2-4}$$

dengan \mathbf{J} : rapat arus, \mathbf{E} : medan listrik, \mathbf{H} : medan magnet, \mathbf{B} : medan induksi magnet, \mathbf{D} : medan pergeseran, ρ : rapat muatan. Untuk medium isotropik homogen, \mathbf{B} dan \mathbf{D} dapat dinyatakan

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} \quad \text{L.2-5}$$

$$\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E} \quad \text{L.2-6}$$

dengan μ adalah permeabilitas magnet dan ϵ adalah konstanta dielektrik.

Dengan mensubstitusikan persamaan L.2-5 ke persamaan L.2-1 dan diambil rotasinya, diperoleh (untuk kasus $\mathbf{J} = 0$)

$$\nabla \times \nabla \times \mathbf{E} = -\mu \epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} \quad \text{L.2-7}$$

Bila menggunakan identitas vektor $\nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = -\nabla^2 \mathbf{A} + \nabla \nabla \cdot \mathbf{A}$ dan mengambil kasus ruang hampa $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$, persamaan L.2-7 menjadi

$$\nabla^2 \mathbf{E} - \mu \epsilon \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = 0 \quad \text{L.2-8}$$

yang mempunyai penyelesaian berbentuk

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 e^{-i(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{r})} \quad \text{L.2-9}$$

dengan $k = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$ L.2-10

dan $\lambda = 2\pi/k$ L.2-11

frekuensi osilasi $\nu = \omega/2\pi$ L.2-12

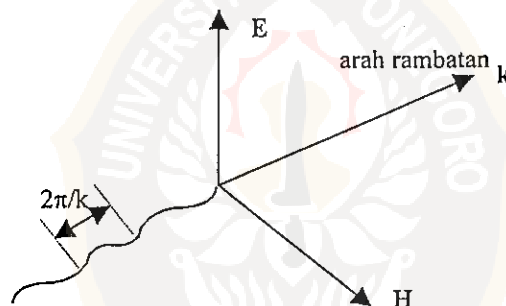
kecepatan fase $v_p = \frac{\omega}{k} = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}} = \frac{c}{\sqrt{(\mu/\mu_0)(\epsilon/\epsilon_0)}} = \frac{c}{n}$ L.2-13

dengan $n = \sqrt{(\mu/\mu_0)(\epsilon/\epsilon_0)}$ = indeks bias medium.

Analog untuk persamaan L.2-2 akan diperoleh

$$\mathbf{H} = \sqrt{\epsilon/\mu} (\mathbf{a}_k \times \mathbf{E}_0) e^{-i(\omega t - \mathbf{k} \cdot \mathbf{r})} \quad \text{L.2-14}$$

Arah relatif \mathbf{E} , \mathbf{H} dan \mathbf{k} digambarkan dalam gambar L.2-1



Gambar L.2-1 Arah relatif \mathbf{E} , \mathbf{H} dan \mathbf{k} pada gelombang bidang monokromatik dengan $\lambda = 2\pi/k$ (Yariv, 1982)

Bila persamaan L.2-1 diambil perkalian skalarnya dengan \mathbf{H} dan persamaan L.2-2 dengan \mathbf{E} , diperoleh

$$\mathbf{E} \cdot \nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{E} \cdot \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad \text{L.2-15}$$

$$\mathbf{H} \cdot \nabla \times \mathbf{E} = -\mathbf{H} \cdot \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad \text{L.2-16}$$

Dengan mengambil selisih persamaan L.2-15 dan L.2-16 diperoleh

$$\begin{aligned} \mathbf{E} \cdot \nabla \times \mathbf{H} - \mathbf{H} \cdot \nabla \times \mathbf{E} &= \left(\mathbf{E} \cdot \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{H} \cdot \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \right) \\ &= \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (\epsilon \mathbf{E} \cdot \mathbf{E} + \mu \mathbf{H} \cdot \mathbf{H}) \end{aligned} \quad \text{L.2-17}$$

Bila menggunakan identitas vektor

$$\nabla \cdot (\mathbf{A} \times \mathbf{B}) = \mathbf{B} \cdot \nabla \times \mathbf{A} - \mathbf{A} \cdot \nabla \times \mathbf{B} \quad \text{L.2-18}$$

$$-\nabla \cdot (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial t} (\epsilon \mathbf{E} \cdot \mathbf{E} + \mu \mathbf{H} \cdot \mathbf{H}) \quad \text{L.2-19}$$

dan teorema Stokes

$$\int_V (\nabla \cdot \mathbf{A}) d^3 \mathbf{r} = \int \mathbf{A} \cdot \mathbf{n} da \quad \text{L.2-20}$$

Pada persamaan L.2-19 diperoleh

$$-\int_S (\mathbf{E} \times \mathbf{H}) \cdot \mathbf{n} da = \int_V \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\epsilon}{2} \mathbf{E} \cdot \mathbf{E} + \frac{\mu}{2} \mathbf{H} \cdot \mathbf{H} \right) d^3 \mathbf{r} \quad \text{L.2-21}$$

dengan V adalah sebarang volume;
 S sebagai luasan yang melindungi volume;
 \mathbf{n} merupakan vektor satuan arah normal keluar pada S ;
 da adalah elemen luas permukaan.

Besaran $(\mathbf{E} \times \mathbf{H})$ menyatakan vektor Poynting yang berhubungan dengan aliran daya elektromagnetik persatuan luas sehingga energi total yang tersimpan dalam volume V adalah

$$\epsilon_e = \frac{1}{2} \int_V (\epsilon \mathbf{E} \cdot \mathbf{E} + \mu \mathbf{H} \cdot \mathbf{H}) d^3 \mathbf{r} \quad \text{L.2-22}$$

Lampiran 3. Pembuktian persamaan (2.7)

Persamaan Hukum Gauss tentang medan listrik dinyatakan dalam :

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{a} = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{enc}}$$

$$\text{dengan } Q_{\text{enc}} = \sigma A \dots\dots\dots (\text{L.3-1})$$

(A adalah luas permukaan dan σ adalah densitas muatan permukaan)

$$\int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{a} = A|\mathbf{E}|$$

$$A|\mathbf{E}| = \frac{1}{\epsilon_0} \sigma A$$

$$\text{atau } \mathbf{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \hat{n} \dots\dots\dots (\text{L.3-2})$$

dengan \hat{n} vector pointing

Besarnya kapasitansi dinyatakan dalam :

$$C = \frac{Q}{V}$$

dengan Q adalah muatan, V adalah tegangan

dengan mensubstitusikan pers (L.3-1) ke pers (L.3-2) diperoleh :

$$\mathbf{E} = \frac{Q}{A\epsilon_0} \dots\dots\dots (\text{L.3-4})$$

Dari pers (L.3-3) diperoleh :

$$V = \frac{Q}{A\epsilon_0} d \dots\dots\dots (\text{L.3-5})$$

dengan demikian

$$C = \frac{A\epsilon_0}{d} \dots\dots\dots(L.3-6)$$

dari pers (L.3-1) diperoleh :

$$Q = CV \dots\dots\dots(L.3-7)$$

dengan mensubstitusikan pers (L.3-6) ke pers (L.3-7) diperoleh :

$$Q = \frac{A\epsilon_0}{d} V \dots\dots\dots(L.3-8)$$

dengan mensubstitusikan pers (L.3-8) ke pers (L.3-4) diperoleh :

$$E = \frac{V}{d} \dots\dots\dots(L.3-9)$$

dengan : E adalah intensitas medan listrik

V adalah tegangan

d adalah jarak

Persamaan rapat energi per satuan volume dalam medan elektromagnetik dinyatakan

dalam :

$$u = \frac{1}{2} \epsilon E^2 \dots\dots\dots(L.3-10)$$

dengan mensubstitusikan pers (L.3-9) ke pers (L.3-10) diperoleh :

$$u = \frac{1}{2} \epsilon \left(\frac{V}{d} \right)^2$$

sehingga rapat energi total yang tersimpan dalam volume adalah :

$$u = \frac{1}{2} \epsilon \left(\frac{V}{d} \right)^2 At \dots\dots\dots(L.3-11)$$

dengan A adalah luas dan t adalah tinggi

Banyaknya kalor (panas) yang diserap oleh medium dinyatakan dalam :

$$Q = mc\Delta T \dots\dots\dots(L.3-12)$$

dengan : m adalah massa medium

c adalah panas jenis medium

ΔT adalah kenaikan temperatur medium

Densitas daya yang diserap oleh medium (P_a) dinyatakan dalam :

$$P_a = \frac{u}{t} \dots\dots\dots(L.3-13)$$

dengan t adalah waktu

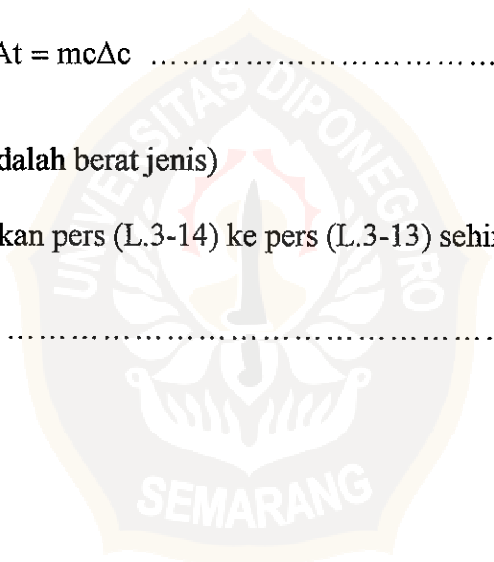
dari pers (L.3-11) dan pers (L.3-12) diperoleh :

$$u = \frac{1}{2} \epsilon \left(\frac{V}{d} \right)^2 At = mc\Delta c \dots\dots\dots(L.3-14)$$

dengan $m = \rho At$ (ρ adalah berat jenis)

dengan mensubstitusikan pers (L.3-14) ke pers (L.3-13) sehingga diperoleh :

$$P_a = \frac{\rho c \Delta T}{t} \dots\dots\dots(L.3-15)$$



Tabel D.1.1. Sifat-sifat listrik tubuh manusia.

Frekuensi (MHz)	Panjang gelombang diudara (cm)	Konstanta dielektrik ϵ_m	Konduktivitas Q_m (mho/m)	Kedalaman penerobosan (cm)	Panjang gelombang di jaringan (cm)	Konstanta dielektrik ϵ_f	Konduktivitas Q_i (milli-mho/m)	Kedalaman penerobosan (cm)	Panjang gelombang dalam jaringan (cm)
27,12	1006	113	0,612	14,3	68,1	20	10,9-43,2	159	241
40,68	738	97,3	0,693	11,2	51,3	14,6	12,6-52,8	118	187
100	300	71,7	0,889	6,66	27	7,45	19,1-75,9	60,4	106
433	69,3	53	1,43	3,57	8,76	5,6	37,9-118	26,2	28,8
750	40	52	1,54	3,18	5,34	5,6	49,8-138	23	16,8
915	32,8	51	1,60	3,04	4,46	5,6	55,8-147	17,7	13,7
1500	20	49	1,77	2,42	2,81	5,6	70,8-171	13,9	3,41
2450	12,2	47	2,21	1,70	1,76	5,5	96,4-213	11,2	5,21

Sumber : Guy, A.W., Lehmann, J.F., and Stoneridge, J.B. Therapeutic Applications of Electromagnetic, 1974.

Tabel D.2. Petunjuk Proteksi Terhadap Radiofrekuensi Seluruh Tubuh.

Kisaran Frekuensi (MHz)	Densitas Daya (mW/cm ²)	E ² (V/m) ²	H ² (A/m) ²
0,3 – 3	100	400.000	2,5
3 – 30	900/f ²	4.000 (900/f ²)	0,025 (900/f ²)
30 – 300	1	4.000	0,025
300 – 1.500	f/300	4.000 (f/300)	0,025 (f/300)
1.500 – 300.000	5	20.000	0,125

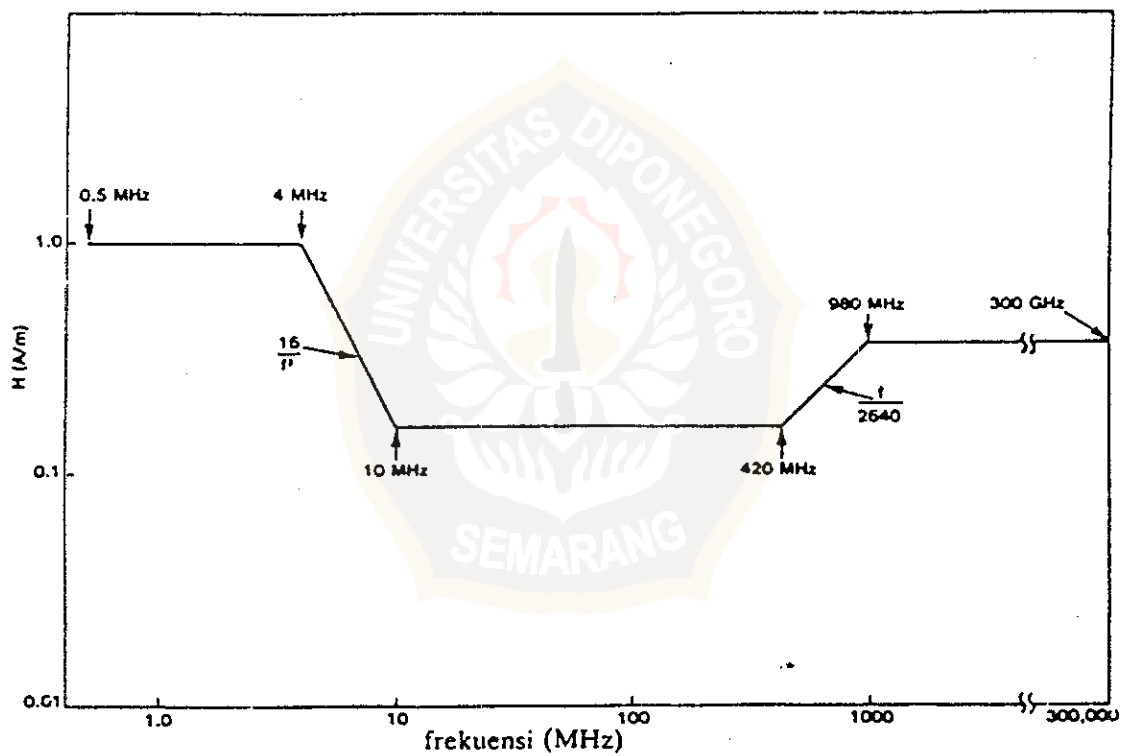
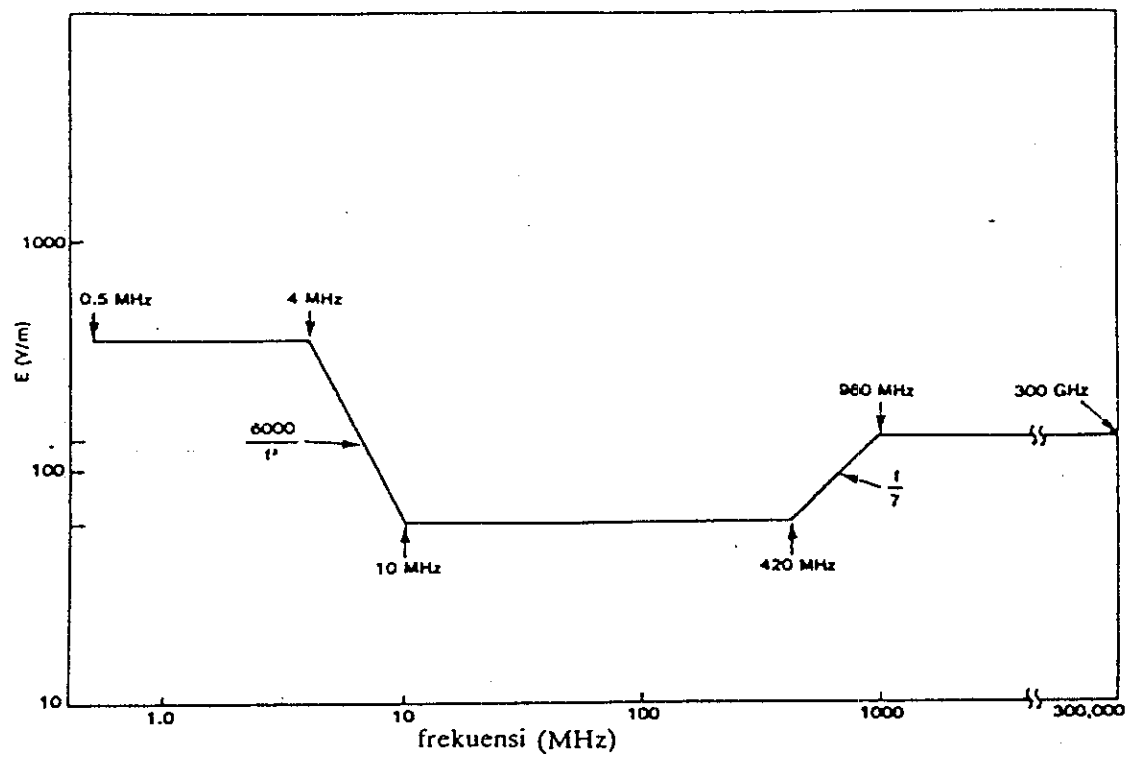
Sumber : Institut Kesehatan dan Keselamatan Kerja Nasional (NIOSH)

Catatan : (1) Frekuensi dalam MHz; (2) Densitas Daya hanya berlaku bagi penyinaran medan jauh; (3) Kuat Medan dan Magnet hanya berlaku untuk penyinaran medan dekat.

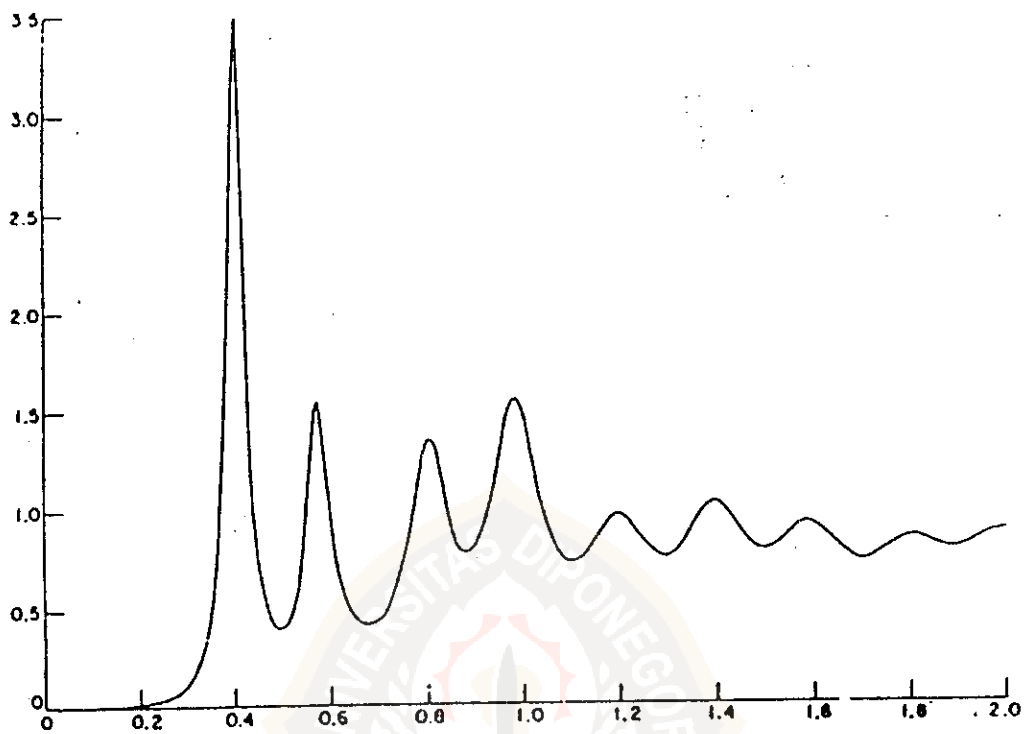
Tabel D.3. Konstanta Dielektrik material

Material	Konstanta dielektrik
Vacuum	1
Helium	1,000068
Neon	1,00013
Hydrogen	1,00025
Argon	1,00055
Nitrogen	1,00058
Air	1,00059
Water vapor (110 ° C)	1,0126
Air (100 atm)	1,055
Polyethylene	2,26
Glass	4 – 7
Porcelain	6 – 8
Methanol	33,6
Water	80,4
HCN (0 ° C)	158

Sumber : Handbook of Chemistry and Physics, 67th ed. (Cleveland : CRC Press, Inc., 1986-87). Unless otherwise specified, values given are for 1 atm, 20 ° C.



Gambar D.1. Standar keamanan untuk radiasi radiofrekuensi dan mikrogelombang yang didasarkan Intensitas Medan Listrik, Medan Magnet, dan Frekuensi dari Institut Kesehatan dan Keselamatan Kerja Nasional (NIOSH)



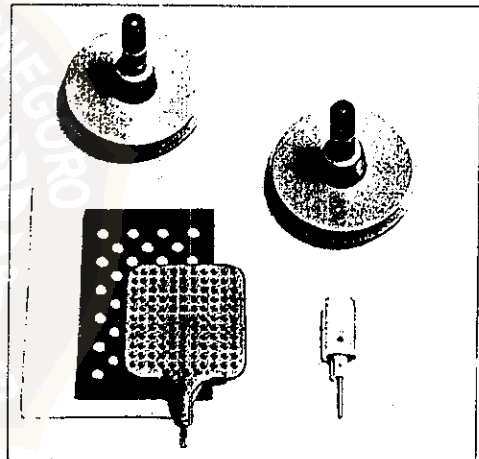
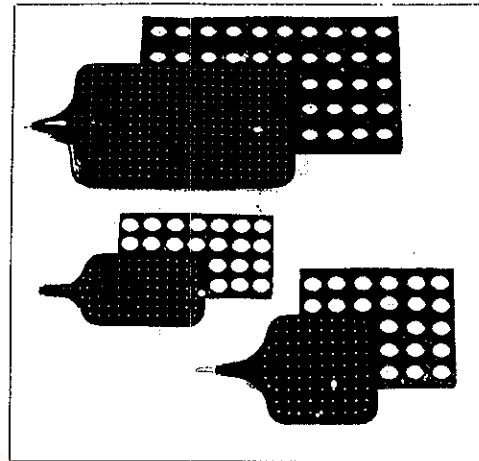
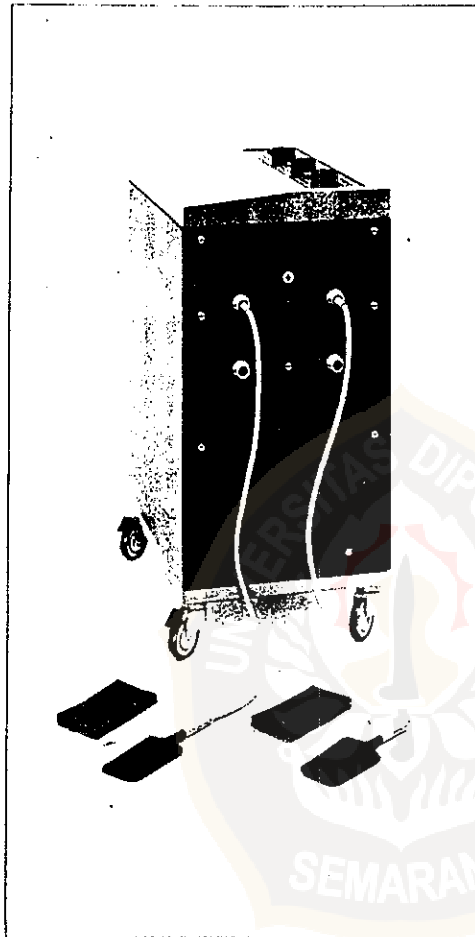
Gambar D.2. Kurva yang memperlihatkan serapan energi mikrogelombang oleh medium. (Dari Sher, L.D. *Interaction of Microwave and RF Energy on Biological Material, Electronic Product Radiation and the Health Physicist*, Bureau of Radiological Health, Rockville, MD, 1970)



ULTRAMED 11 S 601

BOSCH

Treatment table
for short-wave therapy



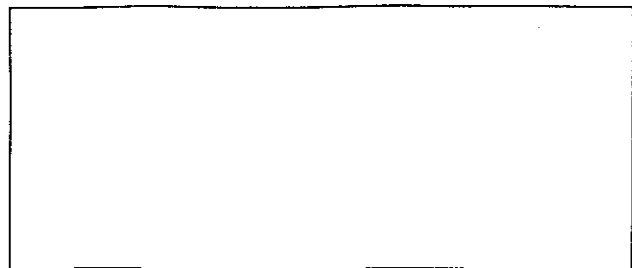
BOSCH



Robert Bosch GmbH · Geschäftsbereich Elektronik
Forckenbeckstraße 9 - 13, D 1000 Berlin (West) 33
Tel.: 030/8 20 41 Telex: 183 776

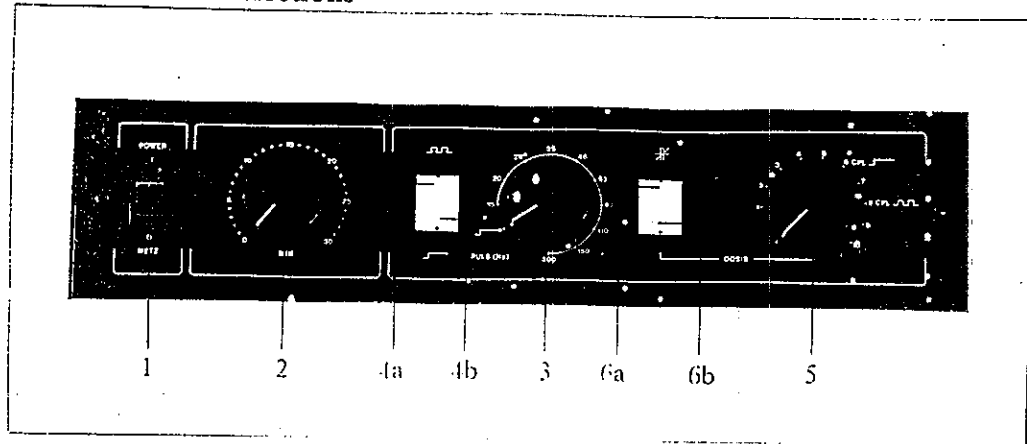
Medical engineering
Equipment for: cardiovascular
diagnosis and ergometry.
HF thermotherapy, stimulation
current and ultrasonic therapy.
Bank blood heating units.
Hearing aids, audiometers.

Printed in the
Federal Republic of Germany
© Robert Bosch GmbH, 1979
EK-VKD 8 699 943 768 11 (16607)

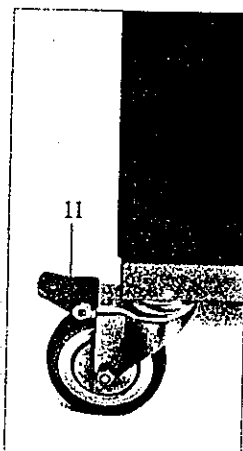
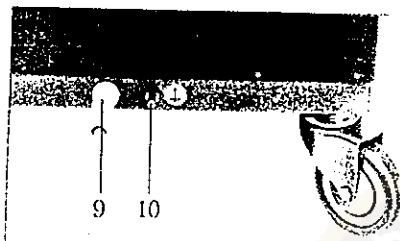
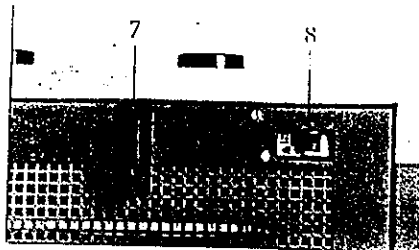


Gambar E.1. Pesawat Ultramed 11 S 601

Controls and connections



Controls and connections



1 Main switch

2 Timer

3 Selector switch "Treatment mode"

4 Signal lamp "Type of treatment"

5 "DOSAGE" control

6 Signal lamp "Ready for treatment"

7 Holder

8 Automatic fuse

9 Mains cable

10 Potential equaliser

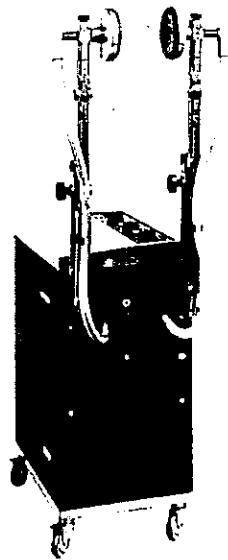
11 Brake lever

Technical data

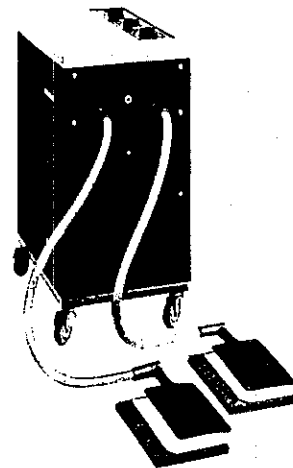
Power supply:	220 V AC/50 Hz or 60 Hz
Power consumption:	max. 1300 VA
Operating frequency:	27.12 MHz \pm 0.6 %
HF sustained power:	max. 400 W
HF peak power:	max. 1000 W (pulse)
Pulse duration:	400 microseconds (μ s)
Pulse frequency:	15-200 Hz in ten steps
Dosage setting:	Continuously variable
Timer:	0 - 30 min.
Dimensions:	85 x 56 x 40 cm
Weight:	approx. 70 kg
Safety standard:	

Gambar E.2. Data Kontrol dan spesifikasi pesawat diathermi 11 S 601

Schliephake electrodes



Soft-rubber plate electrodes



CIRCUPLODE



FLEXIPLODE



Gambar E-3. Tipe-tipe Pesawat Diathermi

Accessories

Designation	PU*	Article No.
ULTRAMED 11 S 601 (with automatic tuning system) with tubes and power cable	1	7 693 110 151
Recommended basic equipment		
Complete set of accessories, consisting of:	S	8 697 040 324
2 units electrode arms (including fixing screws)	1	8 698 847 006
2 units cable clips	1	8 691 940 302
2 units electrode cables, 1.10 m	1	8 694 444 221
2 units Schliephake electrodes 130 mm diam.	1	8 698 140 722
1 unit test lamp	1	8 697 540 011
1 unit box spanner 10/11 mm A/F	1	8 697 940 117
Special accessories		
Schliephake electrode, 85 mm diam.	1	8 698 140 767
Schliephake electrode, 42 mm diam.	1	8 698 140 766
Accessory set I, consisting of:	S	8 698 140 765
2 flexible rubber plate electrodes 80 x 120 mm		
4 felt spacers 90 x 140 mm	1	8 691 044 331
2 linen bags with limpet claps	1	8 695 440 305
Accessory set II, consisting of:	S	8 698 140 764
2 flexible rubber plate electrodes 120 x 120 mm		
2 felt spacers 130 x 140 mm	1	8 691 044 332
2 linen bags with limpet claps	1	8 695 440 306
Accessory set III, consisting of:	S	8 698 140 763
2 flexible rubber plate electrodes 150 x 250 mm		
4 felt spacers 160 x 270 mm	1	8 691 044 333
2 linen bags with limpet claps	1	8 695 440 307
Rubber band for attaching plate electrodes, 1350 mm	2	8 694 740 242
Rubber band for attaching plate electrodes, 400 mm	2	8 694 740 241
Stud for rubber band attaching plate electrodes	5	8 693 240 511
CIRCUPLODE	1	8 698 140 751
Test lamp of the CIRCUPLODE	1	8 698 140 755
Ground connector plug of the CIRCUPLODE	1	8 697 041 967
Distributor plug for multi-electrode technique	1	8 694 444 405
Induction cable, 7 m (solenoid cable)	1	8 694 444 261
Replacement parts		
Voltage compensation cable for potential balance	1	8 694 443 543
Adapter for Diplode	1	8 694 444 251
Adapter for Monode, Minode	1	8 694 444 401
Non-metallic treatment chair		upon enquiry
Non-metallic treatment couch		upon enquiry
Electrode arm with extra joint		upon enquiry
PU* = Pack unit		
When re-ordering accessories, one pack unit is the minimum quantity which can be ordered. In the case of individually packed parts which are required in pairs, please remember to order two units.		

BOSCH

Robert Bosch GmbH · Geschäftsbereich Elektronik
Forckenbeckstraße 9 - 13, D 1000 Berlin (West) 33
Tel.: 030/8 20 41 Telex: 183 776

Medical engineering
Equipment for: cardiovascular
diagnosis and ergometry,
HF thermotherapy, stimulation
current and ultrasonic therapy.
Bank blood heating units.
Hearing aids, audiometers.

Printed in the
Federal Republic of Germany
© Robert Bosch GmbH, 1979
EK-VKD 8 699 943 856 (10405) H

